

#3 Priority Paper
M. Brunson
5/21/01

Docket No.: 50395-096

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
Masato HASEGAWA, et al. :
Serial No.: : Group Art Unit:
Filed: March 27, 2001 : Examiner:
For: CERAMIC INFRARED SENSOR :

10929 U.S. PTO
09/817155
03/27/01

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

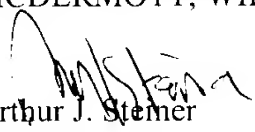
Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:
Japanese Patent Application No. 2000-097667,
filed March 31, 2000

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:dtb
Date: March 27, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

50395-096

Hasegawa, et al.

March 27, 2001

cf. Docket No. 100

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月31日

出願番号
Application Number:

特願2000-097667

出願人
Applicant(s):

住友電気工業株式会社



2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3000206

【書類名】 特許願

【整理番号】 099I0121

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01J 5/04
G01J 5/10
C04B 37/00

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 長谷川 幹人

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 柿本 正也

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078813

【弁理士】

【氏名又は名称】 上代 哲司

【選任した代理人】

【識別番号】 100102691

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9909803

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックス赤外線センサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミックスからなるレンズ本体と、該レンズ本体を支持する支持部と、該レンズ本体を透過した光を検知する検知部とを有し、該レンズ本体が可視光を遮蔽する顔料を含むセラミックス赤外線センサー。

【請求項 2】 セラミックス部と少なくともその受光面を被覆する樹脂層とからなるレンズ本体と、該レンズ本体を支持する支持部と、該レンズ本体を透過した光を検知する検知部とを有し、該レンズ本体のセラミックス部および／または樹脂層が可視光を遮蔽する顔料を含むセラミックス赤外線センサー。

【請求項 3】 前記レンズ本体の波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ の光の直線透過率が、50%以上である請求項 1 または 2 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 4】 前記セラミックスの主成分が、硫化亜鉛 (ZnS) である請求項 3 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 5】 前記レンズ本体の波長 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ の光の直線透過率が、50%以上である請求項 1 または 2 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 6】 前記セラミックスの主成分が、スピネル (MgAl_2O_4) である請求項 5 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 7】 前記支持部が、樹脂からなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 8】 前記支持部が、前記樹脂層と一体化されている請求項 7 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 9】 前記支持部が、金属からなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 10】 前記樹脂層の主成分が、ポリエチレンである請求項 2 ないし 9 のいずれかに記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 11】 前記ポリエチレンが高密度ポリエチレンである請求項 10 に記載のセラミックス赤外線センサー。

【請求項 12】 前記支持部が、前記レンズ本体の光を透過する部分と前記

検知部との間に形成された円筒状の部分を含む請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載のセラミックス赤外線センサー。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、赤外線を検知するセラミックス赤外線センサーに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

赤外線の窓材を含む受光部（レンズ本体）と受光された光を検知する検知部との組み合わせで構成される、いわゆる赤外線センサーは、従来は、液体窒素等の冷媒によって作動可能な低い温度まで冷却して用いられてきた（冷却式の赤外線センサーとも言う）。しかしながら、近年になって焦電型や熱電対型等の受光部を用いた冷却を要しない、いわゆる非冷却式の赤外線センサー（以下単に非冷却式センサーと言う）が登場してきた。したがってその使い易さから、非冷却式センサーが、主流になってきている。この非冷却式センサーは、模式的に描くと、一般には図 1 のような基本構造からなる。図 1 において、1 は受光部であるレンズ本体、2 は検知部、3 はレンズ本体の支持部、4 は出力端子である。検知物体から発した光が、図の上部の矢印方向からレンズ本体に入射すると、レンズ本体 1 が、所望の波長帯の赤外線のみを透過する。この透過した赤外線の光信号を検知部 2 で検知し、電気信号に変換して端子 4 に送るようになっている。

【0 0 0 3】

レンズの材料としては、従来から Ge、Si および ZnS のような無機材料が主に用いられてきた。しかしながら、最近では安価かつ加工性に優れたポリエチレンのような樹脂も用いられるようになってきた。前者の無機材料は、例えば屋外で用いる機器や振動や衝撃を受ける車両に搭載される機器のように、過酷な使用環境に曝される用途では、使用する条件によっては、これら単独では機械的な強度や表面硬度、さらには紫外線による表面酸化等の点で不十分な場合もあった。そこでこのような場合には、その表面に耐環境性の膜を被覆する試みもなされてきた。例えば特開昭 5 6 - 8 7 0 0 2 号公報には、レンズの表面を赤外線透過性

のダイヤモンド様カーボン (diamond-like carbon) の膜で被覆したものが紹介されているが、この方法ではコスト高になる。

【0004】

一方レンズ本体を樹脂製のものにすると、無機材料に比べ耐熱性はもとより特にレンズ全体としての機械的な強度の低下等の問題は避けられない。例えばその透過率を上げるためには全体の厚みを薄くしなければならないが、機械的な強度の低下は避けられない。

【0005】

またこれらのレンズ材料は、通常可視光から赤外光の広い波長域の光を透過する。このため例えば $8 \sim 12 \mu\text{m}$ の波長域の人体表面から発する赤外線を選択的な検知を目的とするような場合には、波長域の異なる検知対象外の光、特に可視光はノイズとなる。その結果検知部以降の信号処理部に誤動作が生じたり、バックグランドが上昇して検知精度が低下するという問題がある。

【0006】

したがってこのようなノイズをカットするため、従来はレンズ本体の表面にこの機能を有するフィルター層を形成していた。しかしながらこの層は、スパッタリング法、真空蒸着法または CVD 法のような気相蒸着法で形成されるため、製造コストが嵩むという問題があった。そこで所望の波長帯の赤外光の透過率の低下を極力抑えけるとともに、確実に可視光を遮蔽する機能を有し、しかも安価に製造できる受光部 (レンズ本体) の開発が、望まれてきた。

【0007】

可視光を遮蔽するため、レンズ本体に粒子を分散させ、それに可視光を選択的に吸収させる手段が、主に樹脂を母材に使って研究されてきた。例えば特開昭 61-39001 号公報には、高密度ポリエチレンのような樹脂に、酸化チタン (TiO_2)、硫酸バリウム (BaSO_4)、べんがら (Fe_2O_3)、酸化マグネシウム (MgO)、亜鉛 (Zn) 等の無機顔料を分散させたものが紹介されている。しかしながらこの場合には、ノイズとなる $1 \sim 2 \mu\text{m}$ の波長の光の遮蔽が不十分であり、波長 $3 \mu\text{m}$ 以上の赤外光を選択検知するセンサーのレンズには向かない。また特開昭 62-284303 号公報には、同様の樹脂にジルコニウム (Zr

r)、化合物を分散させ7～14 μm の波長の光を選択的に透過させるものが提案されている。しかしながらこの場合には、顔料を5～15重量%分散させないと遮蔽できないため、赤外光の透過率の低下が大きくなる。

【0008】

そこで特開平9-21701号公報に記載のように、同様の樹脂にZnSの微粒子を4重量%以下分散させたものが提案されている。また特公平7-86566号公報には、同様の樹脂中に四三酸化鉄(Fe_3O_4)、カーボンブラック、酸化錫(SnO_2)で被覆された酸化チタン(TiO_2)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)等の微細な顔料粒子を分散させたものが開示されている。さらに特開平8-54478号公報は、同様の樹脂製レンズにおいて、近赤外光を選択的に遮蔽するためには、顔料としてセレン化亜鉛(ZnSe)を用いることが望ましいことを提案している。しかしながら可視光の遮蔽能と赤外光の透過率とは、お互いに相反する関係にあるため、これらの方法でも両者をバランス良く満たすレンズ材料は、未だに得られていない。

【0009】

センサーのレンズ本体を固定する支持部は、金属製のものとレンズと同じ樹脂によって一体化したものがある。例えば実開昭62-79119号公報には、後者の事例が載っている。このように一体化すると、レンズ本体と支持部の接続が不要になり安価になるとともに、外力にも強くなるという利点がある。また支持部にはノイズとなる外部からの光や電気信号を遮蔽(シールドイング)する役割もある。したがって樹脂に可視光遮蔽のための顔料や充填剤(フィラー)が添加される場合、その働きも考えて添加材料を選択する必要がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、セラミックスをレンズ本体に使った非冷却式赤外線センサーにおいて、以上述べてきた問題点を解消して、特に受光部であるレンズ本体の赤外光の透過率を向上させるとともに、ノイズとなる可視光の遮光性を向上させること、ならびにセンサー全体の性能を改善するとともに、その製造コストの低減を図ることである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、可視光を遮蔽したセラミックス赤外線センサーに関し、その第一の形態は、セラミックスからなるレンズ本体と、それを支持する支持部と、セラミックスを透過した光を検知する検知部とを有し、セラミックスには可視光を遮蔽する顔料を含むものである。またその第二の形態は、セラミックス部と少なくともその受光面を被覆する樹脂層とからなるレンズ本体と、それを支持する支持部と、レンズ本体を透過した光を検知する検知部とを有し、同レンズ本体のセラミックス部および／または樹脂層が可視光を遮蔽する顔料を含むものである。なお本発明のレンズ本体には、その実用時の透過率50%以上の波長域が $8 \sim 12 \mu\text{m}$ のものと、 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ のものとがある。それぞれの好ましい材料としては、前者では硫化亜鉛 (ZnS) が、後者ではスピネル (MgAl_2O_4) が挙げられる。樹脂層の材質としては、その透過率が赤外域で比較的高く、可視光域で低いポリエチレンを主成分としたものが好ましい。中でも気孔の影響が少ない高密度ポリエチレンを主成分としたものが、特に好ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明の赤外線センサーの支持部は、樹脂から構成されるものと金属から構成されるものとがある。前者の場合、支持部とレンズ本体の樹脂層とが同じ樹脂によって一体化されているものも含まれる。さらにこの支持部に、レンズ本体と検知部との間に円筒状の部分の有する構造のものも含まれる。この部分は、検知する赤外光以外のノイズとなる光線や電磁波を遮蔽する働きをする。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

本発明のセンサーのレンズ本体を構成するセラミックスは、検知する赤外線の波長域によって以下のように選択する。すなわち炎のような高い温度の対象物から発せられる $3 \sim 5 \mu\text{m}$ の波長の光を検知する場合には、その帯域での直線透過率が高いセラミックス、例えば弗化マグネシウム (MgF_2)、サファイア (Al_2O_3)、スピネル (MgAl_2O_4) およびイットリア (Y_2O_3) を主成分としたセラミックスを選ぶ。これらの中では安価で耐熱性に優れたスピネルを主成分と

したものが望ましい。一方人体のような低い温度の対象物から発せられる $8 \sim 12 \mu\text{m}$ の波長の光を検知する場合には、その波長域での直線透過率が高いセラミックス、例えばセレン化亜鉛 (ZnSe)、硫化亜鉛 (ZnS)、弗化バリウム (BaF_2) およびガリウム砒素 (GaAs) を主成分とするセラミックスならびに珪素 (Si) およびゲルマニウム (Ge) の多結晶体が用いられる。これらの中では安価で透過率の波長特性に優れた硫化亜鉛を主成分としたものが望ましい。また赤外光の透過率レベルを上げるため、セラミックスの結晶粒子の平均粒径は、その光の波長よりも小さい方が望ましい。本発明の赤外光の波長域では、 $8 \mu\text{m}$ 以下、さらには $5 \mu\text{m}$ 以下であるのが望ましい。同じ理由でその粒界相の幅も小さい方が望ましい。したがって結晶の粒界相を形成する焼結助剤さらには主成分以外の顔料や不純物の量は、できるだけ少ない方が望ましい。

【 0 0 1 4 】

レンズ本体の樹脂層を形成する樹脂としては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリテトラエチレンおよびポリメタクリル酸を主成分としたものが用いられる。これらの内でもポリエチレン系のものが、本発明のセンサーの実用波長域の赤外光の透過率が高いため、特に望ましい。中でも高密度ポリエチレンを主成分とする樹脂は、赤外光を散乱する気孔が少ないためポリエチレンの中でも透過率が高いだけでなく、可視光の遮光性能にも優れ、さらに機械的な強度や加熱成形性や化学抵抗の点でも優れており、以上述べた樹脂の中でも最も望ましい材料である。なお光を透過させる方向の樹脂層の厚みは、薄ければ薄いほど、レンズ本体の光の透過率は高くなる。その一方で余り薄すぎると、セラミックス部分の表面に均一に形成することが難しくなるとともに、同部分を保護する観点からは望ましくない。したがって所望するセンサーの要求レベルに応じ、これらの要因を総合的に考慮して、適切な厚みを選ぶ。通常は $30 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度とするのが望ましい。

【 0 0 1 5 】

本発明のレンズ本体は、セラミックス部のみで構成されるものと、これに加えその受光面および／または受光面とは反対側の面（以下透過側面とも言う）に樹脂層を設けるものとがある。図 2 に樹脂層を設けた場合のいくつかの事例を模式

的に示す。同図において白い部分がセラミックス部、黒く塗り潰した部分が樹脂層である。なお上面が受光面である。(1)は、受光面のみ、(2)は透過側面のみ、(3)は受光面と透過側面の両方に樹脂層を設けた例である。この樹脂層は、主にセラミックスを保護するとともに、光の反射防止するための膜となる。また透過面に樹脂層を設けることによって、支持部との接続が容易になると言う利点もある。例えば有機質の接着剤での接続が可能になる。さらにレンズ本体に要求される性能は、主として高い赤外光の透過率と、高い可視光の遮蔽能が要求される。したがってレンズの樹脂による被覆形態は、以上述べたいくつかの実装時の利点や実用時の要求性能レベルを考慮し、望ましいものを選ぶ必要がある。

【0016】

セラミックス部のみでレンズ本体を構成する場合、それを構成するセラミックスに可視光を遮蔽するため顔料を含ませる。また受光面に樹脂層が被覆される場合、セラミックス部および／または樹脂層に顔料を含ませる。これらの内のどの組み合わせとするかについては、所望する実用特性レベルとセラミックス部分の透過率の波長依存性とを考慮する必要がある。顔料には黒色系のものと白色系のものとがある。前者は可視光を直接吸収して遮蔽する。また後者は可視光を反射散乱させる働きがあり、黒色系のものと併用することによって、赤外光の透過率の低下を抑えつつ、可視光の遮蔽効果を上げることができる。また黒色系のもののみを使う場合よりも、顔料の総量を減らすことができ、その結果赤外光の透過率をより高くすることができる。なお両者併用の場合のそれらの添加割合については、後述のように適正範囲がある。

【0017】

黒色系顔料としては、例えばカーボンブラック、黒鉛、ダイヤモンド、チタンブラック、酸化鉄（ただし FeO または Fe_3O_4 のような黒色のもの）、モリブデン（ Mo ）、タングステン（ W ）、鉄、ニッケル、コバルト、銅および銀のような金属やその化合物で黒色系のものをを用いる。また白色系の顔料としては、酸化チタン（ TiO_2 ）、窒化硼素（ BN ）、窒化アルミニウム（ AlN ）、酸化亜鉛（ ZnO ）、硫化亜鉛（ ZnS ）のような金属の化合物で白色系のものをを用いる。いずれの顔料もできる限り熱伝導性に優れたものにするのが望ましい。使

用する顔料の平均粒径は、用いる赤外光の透過率を維持するために、その波長以下にするのが望ましい。例えば $3 \sim 5 \mu\text{m}$ の波長帯の光を対象とする場合には $3 \mu\text{m}$ 以下、 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ の波長帯の光を対象とする場合には $8 \mu\text{m}$ 以下とするのが望ましい。また顔料粒子は、レンズ本体の可視光の遮蔽性能と赤外光の透過性能双方のレベルをバランス良く制御するため、母材中で可能な限り微細かつ均一に分散させるのが望ましい。したがって顔料の平均粒径は、小さいほど望ましい。しかしながら小さくなり過ぎると個々の粒子が凝集し易くなるので、その平均粒径の下限は、 $0.01 \mu\text{m}$ (10nm) とするのが望ましい。さらに好ましい範囲は、 $0.01 \sim 2 \mu\text{m}$ である。

【0018】

顔料の分散量も、レンズ本体の可視光の遮蔽性能と赤外光の透過性能をバランス良く制御するための重要な因子である。セラミックスに添加される顔料の分散総量は、通常は $0.001 \sim 1$ 質量% の範囲とするのが望ましい。なおこの場合、センサーの感度を高めるため、ノイズとなる可視光の遮蔽性能を重視する用途に対しては、赤外光の透過率は低下しても確実に可視光を遮蔽できる顔料種を、少量添加するのが望ましい。このような場合には、黒化度の高い、例えばカーボンブラックや黒鉛のような顔料を用いるのが望ましい。またその際の添加量は、 $0.001 \sim 0.01$ 質量% の範囲とするのが望ましい。一方どちらかと言えば赤外光の検知レベル自体を上げたい用途に対しては、それらよりも黒化度が低く可視光の遮蔽性能には劣るが、赤外光の透過率を余り低下させない顔料種を、多めに添加するのが望ましい。このような顔料種には、例えば四三酸化鉄 (Fe_3O_4) やタングステンのようなものが挙げられる。その際の添加量は、 $0.01 \sim 1$ 質量% の範囲とするのが望ましい。赤外光の透過率を余り落とさないで、可視光の遮蔽を行うためには、このように顔料の黒化度に応じて顔料の適正な添加量を選ぶのが望ましい。樹脂に添加される顔料の総量は、通常は $0.05 \sim 2$ 質量% の範囲内にするのが望ましく、 $0.1 \sim 1$ 質量% の範囲内にするのがより望ましい。この場合も同様に顔料種の黒化度に応じて適正量を調整するのが望ましい。母材がセラミックス、樹脂のいずれの場合でも、顔料のし総添加量が、適正量の範囲の下限未満ではレンズ全体の可視光遮蔽効果が低下し易くなる。他方そ

の上限を越えると、分散された顔料粒子によって母材の赤外光の直線透過率が低下する恐れがある。母材がセラミックス、樹脂のいずれの場合も、顔料種は黒色系のもののみでもよいが、可視光を散乱させる白色系のものと適正な量比で併用してもよい。これによって、特に母材が樹脂の場合、主に赤外光の透過率の低下を小さくすることができる。なおこのように黒色系と白色系の顔料が併用される場合のそれらの質量比は、白色系／黒色系の値で0.1～1.5の範囲内に制御するのが望ましい。

【0019】

本発明のセンサーでは、樹脂または金属からなる支持部に、レンズ本体が固定される。支持部に樹脂を用いる場合には、前述のように、レンズ本体のセラミックスに被覆される樹脂層と一体化された支持部を形成することができる。その際レンズ本体の樹脂層のみならず支持部も同じ樹脂で一体化してもよい。これによって安価であり、なおかつ接続部の接合強度に心配の無い接続構造となる。図3にこれらのいくつかの例を模式的に示す。同図の(1)～(4)は、図2の(1)の形態のレンズ本体を金属製の支持部に固定した場合であり、1がレンズ本体、3が金属製の支持体、5は両者を接続するための接続層である。(5)～(7)は、支持部が樹脂によって一体化された場合であり、(5)、(6)および(7)は、レンズ本体の構造上、それぞれ図2の(1)、(2)および(3)に対応する。支持部には、まずレンズ本体を固定支持する機能(堅牢性)が要求される。さらに支持部に囲まれた部分は、透過光の通過部であるため、ノイズとなる外部からの光や電波を遮蔽する機能(以下ノイズの遮蔽能とも言う)も必要とされる。それ故金属を使うのが望ましい。支持部を樹脂で形成する場合には、このような堅牢性やノイズ遮蔽性も考慮することが重要である。したがってレンズ本体の被覆部分と支持部とでは、別々の樹脂を用いたり、同一母材で添加成分(フィラー等)の異なる樹脂や支持部のみを別の材料で補強した樹脂を用いることも考えられる。

【0020】

なお支持部を別の樹脂で形成する場合には、有機質の接着剤によってレンズ本体と直接接続することもできる。上記のようにレンズ本体の樹脂層と支持部を同

じ（顔料他の）添加成分を含有する樹脂で一体化する場合には、添加される成分によって可視光の遮蔽能と所望の波長帯の赤外光の透過率とのバランスがとれるとともに、支持部としてもその堅牢性および／またはノイズの遮蔽能を兼ね備えた添加成分を選ぶのが望ましい。例えばこれに適した添加成分には、微粒の金属粉末（例えば銅、銀等の貴金属や鉄族金属）、炭素粉末、四三酸化鉄等のフェライト系粉末のようなものが挙げられる。また支持部のみに堅牢性と十分なノイズの遮蔽能とを持たせるために、その部分に補強材を含ませることもできる。そのような材料には、例えば金属・炭素・セラミックス等の繊維状のものやそれらを編成したものがある。

【0021】

支持部に用いられる金属は、レンズ本体のセラミックスと熱膨張係数が近く、比較的安価で耐環境性にも優れたFe、Ni、Coを主成分とするもの、例えば鉄（Fe）、Fe54%-Ni29%-Co17%合金（商品名コバル）、42アロイ、46アロイならびに426アロイのような材料が望ましい。

【0022】

金属製の支持部にセラミックスからなるレンズを接続する場合、両者間の接続層には以下で述べる半田や低融点ガラス等の材料が用いられる。好適な半田としては、例えばSn-Cu系、Sn-Zn系およびSn-Cu-Ag系のようなものが挙げられる。その場合セラミックスと半田層、金属と半田層との間には、それぞれ介在層を設けるのが望ましい。この介在層には例えばニッケル（Ni）、金（Au）、銀（Ag）、錫（Sn）、銅（Cu）、亜鉛（Zn）を主成分とする金属材料が用いられる。またレンズ本体と支持部の材質の組合せに応じて、それらの金属単独かまたはそれらを適宜組み合わせて使う。その際には両者の熱膨張係数等の物理的な特性、両者を接続する際の物理的・化学的な親和性および接続作業の効率を考慮する。このような金属からなる介在層を形成するには、例えばメッキ、蒸着、印刷焼き付け、溶射のような周知の手段を用いることができる。この内メッキが最も安価で品質のばらつきが少ないので望ましい。特にニッケルメッキが耐食性の点で望ましい。

【0023】

またこの金属からなる介在層をセラミックス上に直接形成する際には、セラミックスとの接合強度を上げるために、同層に活性金属や以下で述べる低融点ガラスを少量添加したり、セラミックスの接続面の表面粗さを制御して、接続面でのアンカー効果を高めてもよい。この場合に添加される活性金属としては、例えばⅠⅤa族(Ti、ZrおよびHf)やⅤa族(V、NbおよびTa)の金属が挙げられる。また制御されるセラミックスの表面粗さの範囲は、JIS B 0601の規定によるRaで0.1~1μm程度にするのが望ましい。下限未満では接合強度レベルがばらつき易く、一方上限を越えると金属層の厚みが不均一になり易いからである。介在層としては、この他に上記金属からなるものに代えて、レンズ本体のセラミックスならびに支持部を構成する金属材料よりも融点の低いガラス(上記の低融点ガラス)の層を形成してもよい。用いる低融点ガラスは、レンズおよび支持部の材質の組合せに応じて適正なものを選ぶ。すなわちそれらを劣化させない溶融温度を有し、用いるセラミックスに近い熱膨張係数のものを選ぶのが望ましい。例えばセラミックスにZnS、スピネル(MgAl₂O₄)を用い、支持部にコパール(商品名)を用いる場合、作業温度が300~500℃程度で、その熱膨張係数がこれらセラミックスのそれに近い4~10×10⁻⁶/℃程度のものである。好適なガラスとしては、例えば硼酸系のガラスがある。なおこの低融点ガラスの層は、通常支持部上の介在層とセラミックスとの間に配置する。

【0024】

また図4に模式的に示すように、レンズ本体1の透過側と検知部2と間の透過光の通過する部分に、金属および/または樹脂製の中空円筒形の部分7(以下円筒部とも言う)を設けるのが望ましい。この円筒部には検知する赤外光以外のノイズを遮蔽する機能を持たせる。特に支持部からの輻射熱によって生じノイズとなる赤外線を反射または吸収する機能が要求される。したがってこの部分は、金属で構成するのが望ましいが、樹脂を母材とするもので構成する場合には、既に樹脂製の支持体の説明でも触れたように、その機能を高めるために樹脂に含める顔料やフィラー等の種類に配慮するのが望ましい。この円筒部は、レンズ本体を支持部に固定する場合、同時に形成することもできる。その際には、レンズ本体

の樹脂層が支持部と同じ樹脂であれば、同樹脂層の形成も同時に行うことができる。このようにして形成したアセンブリーのいくつかの構造例を図7に模式的に示す。図の符合は、図4のそれに対応する。また(1)～(3)は、そのレンズ本体への樹脂層付与の形態上、図3の(5)～(7)のそれに対応させた。

【0025】

以下本発明のセンサーの製造方法について述べる。レンズ本体のセラミックスは、前述のような各種の主成分からなるものを用いる。このセラミックスは、まず主成分原料粉末に前述のような顔料粉末を混合し、所定の形状に成形した後焼結して焼結体とし、さらに所定のレンズ形状に仕上げ加工する手順によって得られる。なお顔料の種類、平均粒径およびその添加量は、前述の通りである。

【0026】

本発明のレンズ本体のセラミックス部の主原料であるセラミックス原料粉末の純度は、99.9%以上であるのが望ましい。また顔料を分散させる場合、添加される顔料粉末も可能な限りこの程度の純度であるのが望ましい。セラミックスには、その緻密化を促進させるために、少量の焼結助剤を含んでもよいが、その添加量が多くなると、粒界相の幅が大きくなり透過率低下の一因となるため好ましくない。したがってその添加量は、少ない方がよい。無添加が望ましいが、必要な場合、その添加量は、せいぜい全体の1質量%以下とするのが望ましい。本発明のレンズ本体のセラミックス部は、これに顔料粒子を分散させた場合、従来のものに比べ顔料粒子が極めて微細かつ均一に分散されている。このような分散状態を得るためには、主成分粉末と顔料粉末との混合物の調製過程において、微細な顔料粉末の粒子が可能な限り凝集せず、主成分のセラミックス粉末中に均一に分散させるようにする。例えば(1)予め主成分と顔料成分の有機金属化合物等の前駆体を共沈させてから焼成して、所望の組成の混合物とする、(2)予め主成分粒子に顔料成分粒子またはその前駆体を複合化した粉末を調製する、(3)混合に先立ち粒子の凝集を防ぐために、少量の解膠剤を添加する、(4)混合時に顔料の平均粒径に見合った波長の超音波振動を加える、(5)溶媒を用いた混合系での乾燥時の凝集を防ぐため、粉碎・混合効果の大きい乾式ボールミル混合を行う、等々の種々の手段またはそれらを併用する手段が考えられる。

【 0 0 2 7 】

このように混合されたセラミックス粉末中の顔料粒子の分散量のバラツキ幅は、顔料粒子の添加量に対し 1 0 % 以下、好ましくは 5 % 以下である。本発明ではこのバラツキ幅を分散度と呼び、 R (%) で示す。この値が 0 % に近づくほど、粉末中の顔料粒子の分散はより均一である。この値は、以下のようにして確認される。混合された粉末の少なくとも 1 0 箇所からサンプリングし、それらの中に含まれている顔料成分中の元素を化学分析や物理分析などの手段によって定量する。この場合の分析の対象となる元素は、例えばカーボンプラックや黒鉛では炭素、四三酸化鉄では鉄、酸化亜鉛では亜鉛である。次に全てのサンプルでの定量値の算術平均値 W_0 (質量%)、この値は通常顔料の添加質量% にほぼ等しい) とそれらのバラツキ幅 (すなわち最大値と最小値との差) Δw (質量%) を求める。これらのデータを使い、 $R = (\Delta w / W_0) \times 100$ (%) にてその値を算定する。この R の値は、小さいほどセラミックスレンズ中の顔料粒子の分散の均一度が高くなる。本発明のセラミックスレンズの場合、マトリックス種と顔料種の組み合わせによって、その透過率の波長依存性が異なり、目的とする赤外光域と可視光域の透過率のレベルやお互いのバランスの程度も変わるものの、両者の組み合わせが同じであれば、顔料粒子の分散均一度を高めるのが望ましく、そのため本発明のセラミックスレンズでは、 R の値を 1 0 以下に制御するのが望ましい。このように R の値を制御することによって、レンズの赤外光の透過率 T_i およびこれと可視光の透過率 T_v との比 T_i / T_v の値 (すなわち本発明のセンサーのセラミックスレンズの赤外光の透過率を高めるとともに、可視光の遮蔽能を上げる評価指標) をバランス良く制御することができる。

【 0 0 2 8 】

本発明のセラミックスレンズの場合、高いセンサー感度と確実な可視光ノイズ遮蔽能が要求される場合には、 R の値を 1 0 % 以下にすることによって、目的とする赤外光の透過率 T_i が 5 0 % 以上、可視光の透過率 T_v との比、 T_i / T_v の値が 2 0 0 以上のレンズ性能のものが得られる。さらにマトリックスと顔料との最適な組み合わせを選ぶことによって、 T_i が 6 0 % 以上、 T_i / T_v が 1 0 0 0 以上のレンズ性能のものも得られる。一方赤外光の高い透過レベルが要求さ

れる場合には、Rの値を10%以下にすることによって、赤外光の透過率 T_i が55%以上、 T_i/T_v の値が5以上のレンズ性能のものが得られる。さらにマトリックスと顔料との最適な組み合わせを選ぶことによって、 T_i が65%以上、 T_i/T_v が10以上のレンズ性能のものも得られる。したがってセラミックスレンズの調製に当たっては、どのような混合手段を採ろうとも（例えば上記したようななどの手段を採ろうとも）、混合粉末のR値が10%以下となるような適正な混合条件の組み合わせを選んで、原料粉末を混合することが望ましい。

【0029】

以上のように調製されたセラミックス混合粉末を成形した後、それぞれのセラミックス主成分に見合った適正な条件で焼結する。ただしその過程では、セラミックス母材の透過率を低下させる顔料成分以外の不純物の混入を可能な限り避けるのが望ましい。例えば混合された粉末の充填性を高めるために行う造粒や成形体の作製は、乾式で有機質のバインダーの要らない方法とするのが望ましい。したがって例えば成形は、静水圧成形によって行うのが望ましい。さらに焼結時のコンテナや加熱の雰囲気にも、セラミックスを変質させないように配慮するのが望ましい。さらにまた透過率を低下させないために、焼結助剤の量も少なくする。このため常圧下での焼結による緻密化が困難であれば、型内でのホットプレスや熱間静水圧成形（HIP）のような加圧焼結法も有効な手段である。以上のように不純物の混入を抑えることによって、焼結されたセラミックスのR値は、ほぼ混合粉末時のレベルに維持される。

【0030】

以上のようにして調製されたセラミックス部のレンズ受光面および／または透過面に、必要により赤外光透過性の樹脂層を形成する。なお前述のように、この樹脂層は顔料を含んでも含まなくてもよい。ただし顔料を含まない状態で被覆する場合には、セラミックス部分に実用レベルの可視光の遮蔽性能を持たせる必要がある。樹脂層の形成方法は、押出成形や射出成形のような公知の種々の方法が適用できる。例えば射出成形によって樹脂層を付与する場合には、図5に模式的に示すように、金属製の上パンチ61と下パンチ62からなる型6にセラミックス（白い蒲鉾型の部分）を樹脂（黒く塗り潰した部分）とともに配置し、型を加

熱し所定の厚みの樹脂層を形成して、レンズ本体とする。支持部を同じ樹脂で一体形成する場合の一例を図6に模式的に示す。符合の意味は、図5と同じである。以上のようにして形成されたセラミックス部への樹脂層の形成形態のいくつかの例は、先の図2～4に示した通りである。なお全面に形成する場合、上下の樹脂層の総厚みは、セラミックス部分を含めたレンズ本体全体の厚みの0.03～0.1の範囲内に制御するのが望ましい。その場合レンズの直線透過率が最大になる。

【0031】

なお図3のように金属製の支持体にレンズ本体が接続される場合、例えば以下のような接続層5を介して行う。接続層に半田や低融点ガラスを使う場合には、通常まず支持部の全外周に金属からなる介在層として、例えばニッケルメッキ層が形成される。同図において(1)と(2)では、セラミックスを樹脂層で被覆したレンズ本体1と支持部3との双方の接続界面に予めニッケルメッキ層を形成した後、前述の半田または低融点ガラスで接合する場合である。なお(2)ではレンズ本体の底面が接続界面になっている。(3)は図に示されるような接続界面の合わせ形状で低融点ガラスを用いて接続したものである。なお低融点ガラスを用いることによって、レンズ本体の面にメッキを施す必要が無くなる。また介在層に半田層を使う場合には、通常まず支持部の全外周に金属層としてニッケルメッキ層を形成してもよい。

【0032】

樹脂層に可視光遮蔽用の顔料を添加する場合、黒色系のみを用いるか、または黒色系と白色系の両方を併用する。顔料の望ましい平均粒径ならびにその添加分散量は、前述の通りである。顔料の総添加量は、透過率を落とさないためには少ない方が望ましい。ただしそれは、顔料種によっても変わる。黒色系と白色系の顔料を併用する場合の有利な点は、白色系の顔料によって可視光を散乱させて、黒色系顔料によって即時吸収させることにある。この場合、白色系顔料の平均粒径を可視光の散乱に適した範囲内とすることによって、透過率を低下させる一つの要因である黒色系顔料の添加量を減らすことができる。例えばZnSセラミックスレンズに高密度ポリエチレン樹脂を被覆する場合、同樹脂に平均粒径が0.

0.1~0.5 μm 程度の白色系顔料を0.5~1.5重量%添加すれば、黒色系顔料のみを添加する場合に比べ、顔料の総添加量を80%程度少なくすることができる。その結果レンズ本体の透過率を、黒色系顔料のみを添加する場合に比べ、70%程度向上させることができる。なおこの場合、白色系顔料の顔料全体に対する割合は、20~97重量%の範囲内、さらには60~97重量%の範囲内とするのが望ましい。

【0033】

顔料と樹脂との混合物を調製する場合も、既に述べたセラミックス製レンズの場合と同様に、顔料粒子を樹脂マトリックス内にできる限り凝集させず、均一に分散させることが重要である。通常樹脂層を成形する場合の樹脂原料には顆粒状のものをを用いることが多い。そこで予めこの主成分の個々の顆粒中に顔料粒子を均一に分散させておくことが望ましい。例えば(1) 予めタンブラー式の混合装置で分散・混合しておく、(2) その際に分散剤を添加しておく、(3) 予め顔料を含ませたマスターバッチの顆粒を作成し、混練の際にその加熱温度を可能な限り低くしてせん断力による分散効果を高める、(4) 予め顔料の凝集を抑えるため機械的手段により前処理を行っておく、等々の種々の手段またはそれらを併用する手段が考えられる。

【0034】

次いでレンズ本体と支持部とを接続する。レンズ本体の樹脂層と支持部とが同じ材質であれば、前述のように、レンズのセラミックス部分への樹脂層形成と同時に支持部を形成することもできる。またこの場合検知部を同時成形によって、一体化することもできる。金属製の支持部にレンズを固定する場合には、前述のような介在層との組合せで半田付けする。この場合、接続部分の接合強度の信頼性を高めるためには、支持部の構成金属の熱膨張係数が、セラミックスのそれにできるだけ近いことが望ましい。また前述のように半田に代えて低融点ガラスを使うこともできる。その際セラミックス側から例えば低融点ガラスの層、メッキ層の順に積層配置する。またこの半田に代えてエポキシ樹脂のような接着剤の層によって接続することもできる。この場合には、セラミックス側から例えば接着剤層、メッキ層の順に積層配置する。

【 0 0 3 5 】

レンズと支持部との接続部分の信頼性（密閉度）を確認するためには、図 8 に模式的に示ようなヘリウムリークディテクターによって、リーク速度を計量する。図 8 によって説明すると、まずレンズ本体 1 を金属製の支持部 3 に接続したアッセンブリーを真空吸引孔を設けた台座 8 に図のようにシール接着させた後（この場合支持部と台座との界面の通気を遮断する）、真空ポンプ 9 で真空排気する。その後排気を止めて、レンズ本体 1 の接続部に白矢印方向からヘリウムガスを吹き付け、その際のアッセンブリー内の圧力上昇をリークディテクター 1 0 よって一定値になるまで待って確認する。リーク速度は、その圧力上昇分を待機時間で割って算定する。実用上許容されるリーク速度は、 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 / \text{sec}$ （約 $1 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot \text{cc} / \text{sec}$ ）以下である。

【 0 0 3 6 】

【実施例】

実施例 1

レンズ本体の素材として、硫化亜鉛（ ZnS ）セレン化亜鉛（ ZnSe ）およびスピネル（ MgAl_2O_4 ）を主成分としたセラミックスからなる素材を調製した。主成分の原料となる粉末として硫化亜鉛、セレン化亜鉛およびスピネルからなり、いずれもその平均粒径が $1 \mu\text{m}$ 、純度が 99.99% 以上のものを用意した。これら主成分粉末に表 1 に記載の各種顔料の粉末を添加し、以下に述べる混合法によって顔料と主成分とを混合した。表 1 に A と表示された方法は、乾式で表 1 に記載の原料組成物をボールミル混合する方法であり、B と表示された方法は、予めボールミルにて予備粉碎混合した粉末を A の方法で混合する方法であり、また C と表示された方法は、アルコール中でボールミル混合する方法である。

【 0 0 3 7 】

上記の内湿式混合された混合物は、混合後得られたスラリーを減圧乾燥した。これら混合された粉末から各 200 g ずつ分取し、さらにその中からランダムに 5 g ずつ 10 点（ $n = 10$ ）の粉末を抜き取って、それらの粉末中の顔料成分元素である炭素（C；カーボンブラック、黒鉛およびダイヤモンドの場合）、鉄（Fe；四三酸化鉄の場合）、亜鉛（Zn；酸化亜鉛の場合）の含有量を化学分析

した。得られた10個の分析値の算術平均値 W_0 と、それらの最大値と最小値の差 Δw （いずれも単位は質量%）を求め、 Δw を W_0 で割って顔料の分散度 R （%）を求めた。表1の R の値が小さいほど混合物中の顔料粒子の分散が均一になっていることになる。

【0038】

その後全ての粉末をゴム型に振動を加えながら充填し、さらにゴム蓋をして真空脱気しつつ封入した。その後静水圧成形装置内に入れて、圧力98MPaにて各試料とも50個ずつ円板形状に静水圧成形した。なお試料18および32では顔料無添加の粉末を用い静水圧成形した。また試料13は、黒色顔料であるカーボンブラック粉末と白色顔料である酸化亜鉛粉末とを表に記載された量にて、併用添加した試料である。

【0039】

次いでこれらの成形体を黒鉛製であり上下パンチ付きの一軸加圧方式の型内に配置し、0.15Paの真空雰囲気中にて昇温した。その後同じ雰囲気中で硫化亜鉛（ZnS）系では1000℃、セレン化亜鉛（ZnSe）系では950℃、スピネル（ $MgAl_2O_4$ ）系では1600℃にて保持後、上パンチによって40MPaの圧力を1時間加えつつホットプレス焼結した。いずれの焼結体もほぼ相対密度100%（混合組成から算定した理論密度に対する水中法で実測した焼結体の密度の割合）に緻密化していた。

【0040】

得られた各焼結体の試料を全面鏡面仕上げし、最終的に直径12mm、厚み3mmの円板形状とした。その後これらの試料の厚み方向の赤外線直線透過率をダブルビーム式分光光度計により全数確認した。確認波長域は、硫化亜鉛およびセレン化亜鉛の試料では8～12 μm 、スピネルの試料では3～5 μm とした。個々の試料の同波長域での平均透過率の和を試料数50で割った値（%）を表2の「平均透過率」の赤外域欄に示す（ T_i の値）。またそれぞれの試料の可視光の遮蔽性能を見るために、波長830nmのレーザー光（可視光）の透過率を確認した。その結果を表2の「平均透過率」の可視光域欄に示す（ T_v の値）。

【0041】

・ 次ぎに仕上げ加工された試料の中から 1 個ずつ抜き取って、その破断面を 1 0 0 0 倍の走査型電子顕微鏡によって観察し、その矩形視野画像から、その対角線によって切られる結晶粒子の数 N とその粒子サイズ D を確認し、 D の総和を N で割って各試料の結晶の平均粒径を算出した。その結果も表 2 に示す。

【 0 0 4 2 】

以上の結果から以下のことが分かる。(1) 顔料粒子を分散させたセラミックスでは、顔料種やその平均粒径・添加量によって左右されるが、概ね顔料粒子の分散度 R が、小さいほど(すなわち顔料粒子がセラミックスからなる主成分マトリックス中により均一に分散しているほど)、赤外域での透過率 T_i 値が大きくなるとともに、可視光の透過率 T_v 値は、小さくなる。その結果同じ混合組成の粉末から調製されたセラミックスの間で比べると、赤外線を選択的に透過する性能レベルの指標である T_i / T_v 値(波長 830 nm の可視光での透過率に対する赤外域波長の光の透過率の比)は、 R が小さいほど顕著に高くなり、セラミックス赤外線センサーのレンズ用にはより好ましい素材となる(試料 1 ~ 3)。(2) セラミックスマトリックス中での顔料粒子の高い均一分散性を確保し、 R の値を小さくするためには、その平均粒径は、0.01 μm から実用波長域の下限以下の範囲内に制御するのが望ましい(試料 2 と試料 4 ~ 10、および試料 20 ~ 25)。(3) 同じ理由により顔料の総添加量は、顔料種にもよるが、例えば黒化度の高いカーボンブラックや黒鉛の場合には、0.001 ~ 0.1 質量%の範囲内に、また例えば四三酸化鉄のように黒化度の比較的低いものの場合には、0.01 ~ 1 質量%の範囲内に、それぞれ制御するのが望ましい(試料 2 と試料 11 ~ 12、試料 14 ~ 16 および試料 26 ~ 30)。(4) 総添加量が同じ場合、黒色と白色の顔料が併用されたものは、黒色顔料のみが添加されたものに比べ、透過率 T_i の低下が小さく抑えられる(試料 13 と 14)。

【 0 0 4 3 】

【表1】セラミックス素材の調製

素材 試料 番号	材料組成		顔料		混合 方法	粉末中 の顔料 分散度 R (%)
	主成分	材質	平均粒径 (μm)	添加量 (質量%)		
* 1	ZnS	CB	0.1	0.001	C	30
2	ZnS	CB	0.1	0.001	B	2
* 3	ZnS	CB	0.1	0.001	A	20
4	ZnS	CB	0.008	0.001	B	34
5	ZnS	CB	0.01	0.001	B	5
6	ZnS	CB	1	0.001	B	3
7	ZnS	CB	2	0.001	B	5
8	ZnS	CB	3	0.001	B	7
9	ZnS	CB	8	0.001	B	10
10	ZnS	CB	9	0.001	B	34
11	ZnS	CB	0.1	0.0008	B	3
12	ZnS	CB	0.1	0.01	B	3
13	ZnS	FO	0.1	0.001	B	3
		ZO	0.1	0.009		
14	ZnS	FO	0.1	0.01	B	3
15	ZnS	FO	0.1	1	B	3
16	ZnS	FO	0.1	1.2	B	3
17	ZnS	DM	0.1	0.3	B	3
18	ZnS	顔料無添加		—	—	—
19	ZnSe	CB	0.1	0.001	B	2
20	Al ₂ O ₃	GR	0.008	0.001	B	27
21	Al ₂ O ₃	GR	0.01	0.001	B	4
22	Al ₂ O ₃	GR	1	0.001	B	3
23	Al ₂ O ₃	GR	2	0.001	B	4
24	Al ₂ O ₃	GR	3	0.001	B	8
25	Al ₂ O ₃	GR	4	0.001	B	33
26	Al ₂ O ₃	GR	0.1	0.0008	B	3
27	Al ₂ O ₃	GR	0.1	0.001	B	1
28	Al ₂ O ₃	FO	0.1	0.01	B	2
29	Al ₂ O ₃	FO	0.1	1	B	3
30	Al ₂ O ₃	FO	0.1	1.2	B	3
32	Al ₂ O ₃	顔料無添加		—	—	—

注) 表中のCB、GR、FO、ZOおよびDMは、それぞれカーボンブラック、黒鉛、四三酸化鉄、酸化亜鉛およびダイヤモンドである。*印は、比較例。

【0044】

【表2】セラミックス素材の特性

素材 試料 番号	セラミックス			
	平均 粒径 (μm)	平均透過率 (%)		T l / T v
		赤外域 T l	可視域 T v	
* 1	4.0	45.8	0.287	114
2	4.0	52.1	0.016	3170
* 3	4.0	51.6	0.187	275
4	4.0	49.8	0.164	303
5	4.0	52.8	0.023	2294
6	3.9	52.9	0.016	3220
7	3.9	52.7	0.025	2140
8	3.9	52.6	0.033	1594
9	3.8	52.3	0.046	1137
10	3.8	49.8	0.164	303
11	4.0	63.2	0.986	64
12	4.0	26.1	1.15×10^{-3}	2.27×10^4
13	4.0	69.4	11.3	6.1
14	4.0	60.8	11.5	5.3
15	4.0	56.3	4.80	12
16	4.0	46.3	0.70	67
17	4.0	62.6	0.271	231
18	4.0	70.8	12.1	5.9
19	4.0	53.0	0.095	556
20	7.5	58.4	1.09	54
21	7.5	61.9	0.15	406
22	7.4	62.1	0.11	570
23	7.4	61.9	0.16	378
24	7.4	61.3	0.31	201
25	7.4	61.3	1.09	56
26	7.5	74.1	6.54	11
27	7.5	61.1	0.109	561
28	7.5	71.3	13.5	5.3
29	7.5	66.0	5.6	12
30	7.5	54.3	0.80	67.9
31	7.5	83.0	80	1.04

*印は比較例。

【0045】

実施例2

表3に記載の各種樹脂を調製した。なお表には記載しないが、全ての試料には紫外線劣化防止剤として、ヒンダードアミン系の光安定剤 (hindered amine light stabilizer) を樹脂および顔料の全量に対

し 0.03 重量% 添加した。先ず各々の樹脂のみかまたはこれに顔料を添加した混合物を均一に混練りし、射出成形法によって幅 15 mm、厚み 0.1 mm にテープ成形した。なお顔料が添加されたものは、樹脂と顔料の粉末とを予めタンブラー式の混合装置で混合し、その後せん断羽根付きの混練機によって 1 時間混練りして、射出成形機にかけた。その後このテープを直径 12 mm の円板形状に打ち抜き、さらにその表面を鏡面仕上げした試片を各 50 個ずつ作製した。なお試料 1 は、顔料無添加のものであり、試料 2 は、黒色顔料のみを添加したものである。これらの試料について 3 ~ 5 μ m および 8 ~ 12 μ m の各赤外線波長域での厚み方向の直線透過率をダブルビーム式分光光度計により全数確認した。この確認データを用いて実施例 1 と同様にしてそれらの算術平均値を試算した。その結果を波長帯別に表 4 の「平均透過率」の赤外域欄に T_i 値で示す。同様に可視光の遮蔽性能を見るために、実施例 1 と同じ手順にて波長 830 nm のレーザー光の厚み方向の透過率を確認し、上記 T_i 値と同様に平均値を算定し、その結果を表 4 の「平均透過率」の可視域欄に T_v 値で示す。さらにそれらの比 T_i / T_v の値を、 T_i の波長帯域毎に計算して表 4 の右端に示す。いずれも 50 個の平均値である。なお表には載せないが、顔料が添加された試料について、その母材中の分散度 R を実施例 1 のセラミックスの場合と同様にして確認したところ、いずれの試料も 3 ~ 4 % の範囲内であった。比較のため、試料 4 と同じ組成の樹脂をせん断羽根の付いていない通常の混練機で混練りし、射出成形機で成形した従来の混合法によるものも作製した。本発明の試料 4 とこの比較例試料の成形体中のカーボンブラックと二酸化チタンの分散度を、セラミックスの場合と同様にして確認したところ、本発明の試料 4 が 3 %、比較例試料のそれが 34 % であった。この比較例の成形体の赤外域の透過率 T_i 値は、64 %、830 nm の可視光の透過率 T_v 値は、66 % であり、その結果 T_i / T_v 値は、0.97 であった。

【0046】

【表3】樹脂素材の調製

No.	主成分樹脂	黒色顔料				白色顔料			顔料の 総添加量 A+B (質量%)	顔料の 添加量比 B/A
		材質	平均粒径 (μm)	添加量A (質量%)	材質	平均粒径 (μm)	添加量B (質量%)			
1	HPE	無添加	—	—	無添加	—	—	0	—	
2	HPE	CB	0.1	0.7	無添加	—	—	0.7	0	
3	HPE	CB	0.1	0.002	TO	0.1	0.008	0.01	4	
4	HPE	CB	0.1	0.01	TO	0.1	0.04	0.05	4	
5	HPE	CB	0.1	0.02	TO	0.1	0.08	0.10	4	
6	HPE	CB	0.1	0.2	TO	0.1	0.8	1.0	4	
7	HPE	CB	0.1	0.4	TO	0.1	1.6	2.0	4	
8	HPE	CB	0.1	0.44	TO	0.1	1.76	2.2	4	
9	HPE	CB	0.1	0.37	TO	0.1	0.33	0.7	0.8	
10	HPE	CB	0.1	0.35	TO	0.1	0.35	0.7	1.0	
11	HPE	CB	0.1	0.14	TO	0.1	0.56	0.7	4.0	
12	HPE	CB	0.1	0.09	TO	0.1	0.61	0.7	6.8	
13	HPE	CB	0.1	0.06	TO	0.1	0.64	0.7	10.7	
14	HPE	CB	0.1	0.04	TO	0.1	0.66	0.7	16.5	
15	HPE	CB	0.008	0.1	TO	0.008	0.7	0.8	7	
16	HPE	CB	0.01	0.1	TO	0.01	0.7	0.8	7	
17	HPE	CB	0.2	0.1	TO	0.2	0.7	0.8	7	
18	HPE	CB	1	0.1	TO	1	0.7	0.8	7	
19	HPE	CB	2	0.1	TO	2	0.7	0.8	7	
20	HPE	CB	3	0.1	TO	3	0.7	0.8	7	
21	HPE	CB	8	0.1	TO	8	0.7	0.8	7	
22	HPE	CB	9	0.1	TO	9	0.7	0.8	7	
23	HPE	TB	9	0.1	ZO	9	0.7	0.8	7	
24	HPE	FO	9	0.1	ZS	9	0.7	0.8	7	
25	HPE	Mo	9	0.1	ZSe	9	0.7	0.8	7	
26	PE	CB	0.1	0.1	TO	0.1	0.7	0.8	7	
27	PE	FO	0.1	0.1	TO	0.1	0.7	0.8	7	
28	PPY	CB	0.1	0.1	TO	0.1	0.7	0.8	7	
29	PTE	CB	0.1	0.1	TO	0.1	0.7	0.8	7	

注) 表中の「主成分樹脂」欄のHPE、PE、PPYおよびPTEは、それぞれ高密度ポリエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレンおよびポリテトラエチレンである。また「黒色顔料」・「白色顔料」欄のCB、TB、Mo、FO、TO、ZSおよびZSeは、それぞれカーボンブラック、チタンブラック、モリブデン、四三酸化鉄、二酸化チタン(チタンホワイト)、硫化亜鉛およびセレン化亜鉛である。

【0047】

【表4】樹脂素材の特性

No.	平均透過率 (%)		可視域 T_v	T_i/T_v	
	赤外域 T_i			8~12 μm の	3~5 μm の
	8~12 μm	3~5 μm		T_i の場合	T_i の場合
1	81	68	74	1.1	0.9
2	40	33	11	3.7	3.1
3	78	65	40	1.9	1.6
4	76	64	28	3.0	2.6
5	74	63	18	4.1	3.5
6	49	41	7.7	6.4	5.4
7	31	26	2.2	14	12
8	14	12	0.84	17	14
9	50	42	7.9	6.4	5.4
10	51	43	5.6	9.1	7.6
11	56	47	11	5.0	4.2
12	57	48	13	4.4	3.7
13	58	49	15	4.0	3.4
14	49	42	13	3.8	3.2
15	54	45	11	4.7	4.0
16	60	51	10	5.9	4.9
17	60	51	12	4.9	4.1
18	50	42	11	4.4	3.7
19	47	40	12	4.0	3.3
20	44	37	12	3.5	3.0
21	34	28	13	2.6	2.1
22	27	23	14	1.9	1.6
23	32	27	17	1.9	1.6
24	19	16	14	1.4	1.1
25	21	18	28	0.8	0.6
26	54	45	10	5.2	4.4
27	64	54	21	3.1	2.6
28	47	40	10	4.6	3.8
29	40	34	10	3.9	3.3

【0048】

以上の結果から以下のことが分かる。(1) 顔料粒子を分散させた樹脂では、顔料種やその平均粒径・添加量によって左右されるが、顔料粒子の分散度 R が、小さいほど（すなわち顔料粒子が樹脂からなる主成分マトリックス中により均一に分散しているほど）、赤外域での透過率 T_i 値が大きくなるとともに、可視光の透過率 T_v 値は、小さくなる。その結果同じ混合組成の粉末から調製された樹脂の間で比べると、赤外線を選択的に透過する性能レベルの指標である T_i/T_v 値（波長 830 nm の可視光での透過率に対する赤外域波長の光の透過率の

比)は、Rが小さいほど顕著に高くなり、セラミックス赤外線センサーのレンズの被覆材料としてはより好ましい素材となる(前文節の最後の記載)。(2)樹脂マトリックス中での顔料粒子の高い均一分散性を確保し、Rの値を小さくするためには、その平均粒径は、 $0.01\mu\text{m}$ から実用波長域の下限以下の範囲内に制御するのが望ましい(試料15~22)。(3)同じ理由により顔料の総添加量は、顔料種にも依るが、概ね0.05~2質量%の範囲内に制御するのが望ましい(試料3~8)。(4)総添加量と同じ場合、黒色と白色の顔料が併用されたものは、黒色顔料のみが添加されたものに比べ、透過率 T_i の低下が小さく抑えられる(試料2と試料9~15)。また黒色顔料に対する白色顔料の量比 B/A が、1~15の範囲内の時にその傾向は顕著となる。

【0049】

実施例3

実施例1で調製されたセラミックス素材および実施例2で調製された樹脂層の素材の中からいくつかを選び、表5に記載された組み合わせによって、赤外線センサー用のレンズ本体を作製した。セラミックスとその受光面を被覆する樹脂層の材質の組み合わせは、同表のレンズ構成欄に記載されたようにした。「セラミックス素材」欄に表示された番号は、表1に記載されたセラミックス素材のそれと同じ素材番号で、また「被覆樹脂層」の素材欄に記載された番号は、表3に記載された樹脂素材のそれとそれぞれ同じ素材番号で示してある。なおレンズのセラミックス部のサイズは、実施例1と同じである。全面を鏡面研磨し、全て厚み3mmに仕上げた。その一方の主面上に表5に記載された平均厚みのそれぞれの樹脂素材からなる樹脂層を被覆した。なお樹脂層は、実施例2と同様にして混合・混練りされたそれぞれの素材からなる顆粒を用い、それぞれの平均厚みで形成した。形成方法は、図5に模式的に示した方法と同様にした。具体的には同図に示すように、型内に仕上げ加工されたセラミックス素材の試片を配置し、その周囲にそれぞれの樹脂素材の顆粒を必要量ずつ充填して、それぞれの樹脂の軟化点まで昇温後射出成形した。樹脂被覆された各レンズ本体試料について、実施例1と同様にしてその厚み方向の赤外光域ならびに可視光域での直線透過率を確認した。なお赤外光の透過率 T_i の実測波長帯は、試料1~12の場合は $8\sim12\mu$

m、試料13以降の場合は3～5 μm とした。その結果を表5に示す。表の表示方法は、表1ないし表4のそれと同じである。

【0050】

【表5】

No.	レンズ構成			平均透過率		
	セラミックス素材	樹脂層 素材	平均厚み (μm)	赤外線 Ti (%)	可視光 Tv (%)	Ti/Tv
1	2	1	20	64.6	0.0155	4177
2	2	1	30	64.2	0.0150	4247
3	2	1	50	63.3	0.0141	4474
4	2	1	100	61.0	0.0122	5015
5	2	1	110	60.6	0.0118	5130
6	2	2	50	33.3	0.00337	9889
7	2	12	50	51.9	0.00267	19438
8	12	1	50	30.4	8.27×10^{-6}	3.68×10^6
9	12	2	50	16.7	2.36×10^{-6}	7.08×10^6
10	12	12	50	24.0	1.87×10^{-6}	1.28×10^7
11	18	2	50	46.2	2.47	18.3
12	18	12	50	64.9	1.96	33.1
13	19	12	50	48.6	0.0155	3138
14	21	1	50	63.1	0.110	576
15	21	2	50	33.3	0.0312	1066
16	21	12	50	60.4	0.0248	2033
17	28	1	50	72.7	9.70	7.50
18	28	2	50	38.4	2.76	13.9
19	28	12	50	55.1	2.19	25.2
20	30	2	50	29.2	0.166	176
21	30	12	50	42.0	0.132	318

【0051】

以上の結果から以下のことが分かる。すなわち（1）顔料入りの同じセラミックス素材に顔料無添加の樹脂層を形成すると、赤外光の透過率Tiは、樹脂層の厚みとともに徐々に低下する。一方可視光の透過率Tvは、これよりも大きく樹脂層の厚みとともに低下する。このためTi/Tv値は、Tiよりも変化が大きい（試料1～5）。（2）樹脂層に黒色顔料だけを添加した場合に比べ、白色顔料も併用添加することによって、層の厚みが同じ場合、TiおよびTi/Tvともに上昇する（例えば試料6と7）。（3）顔料が添加された樹脂層を用いると、Tiは低下するがTvの低下の方が大きいため、Ti/Tv値の低減効果が大きい。なおその際に黒色・白色の顔料が併用されると、Tiの低下を小さくすることができる（例えば試料8～10）。

【0052】

実施例 4

実施例 1 の試料 2 のセラミックスのみからなるレンズ本体、実施例 3 (表 5) の試料番号 8、10、17 および 19 のセラミックスと樹脂層との素材組み合わせによるレンズ本体とを作製した。これらを金属または樹脂層と同じ樹脂素材からなる支持体に接続固定し、表 6 に記載された各構成のセンサーアッセンブリーを調製した。なお同表において「レンズの素材の組見合せ」欄の表示は、上記の試料区分に対応する。

【0053】

セラミックスからなるレンズは、図 2 に記載のような帽子 (hat) 状の外形に加工した。受光面となる一方の主面は、曲率半径 5.7 mm の凸球面状をなすように鏡面仕上げした。その際の、凸球面状の部分の最も厚い部分の鍔部上面からの高さは 3 mm とした。支持部と接続されるもう一方の主面は、JIS B0601 に規定された表面粗さ Ra で 0.5 μ m の平坦面に仕上げた。この平坦面の直径は 10 mm、球面と平坦部とで形成される鍔部の厚みは、1.5 mm とした。受光面に樹脂層が被覆されたものでは、同層の厚みは 50 μ m とした。

【0054】

支持部の素材として、セラミックス製の受光部が被覆される樹脂層と同じ高密度ポリエチレン樹脂とコパール (商品名)、SUS304 ステンレススチール、S45C 鋼材とを用意した。支持部は、樹脂製の場合はレンズが被覆される樹脂層と同じ材質の支持部とが一体化された図 3 の (5) に示すような形状とした。この場合には図 6 に示すような型を用いて射出成形によりレンズ本体と支持部とを直接接続した。一部のものは、図 7 の (1) に示すように支持部を形成すると同時に、それと一体成形された円筒状の部分をその内側に設け、その底部に検知部を固定した。また支持部が金属製の場合には、図 3 の (1) ~ (4) および図 4 のいずれかに示すような形状とし、表 6 の「接続層の構成」欄に示される層を介してレンズ本体を支持部と接続した。なお同欄の接続層の各層の配置順は、一番左がレンズ側、一番右が支持部側となるように表示されている。なおセラミックスレンズの室温での熱膨張係数は、硫化亜鉛 (ZnS) を主成分とするものが、ほぼ $6.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、スピネルを主成分とするものが、ほぼ 6.7×10^{-6}

／℃である。またコパール、SUS304、S45C鋼材のそれは、ほぼ $[\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位でそれぞれ順に5.4、9.9および14であり、高密度ポリエチレンのそれは、ほぼ $80 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

【0055】

いずれの試料も支持部の外寸は、概ね外径24mm、高さ7.65mmとなるように成形した。表6の「接続区分」欄の表示は、「一体化」と明記されたものは、レンズの被覆層と同じ樹脂にて支持部を一体化して形成されたもの、これに加えさらに「円筒部付」と明記されたものは、円筒部も同じ樹脂で一体化成形されたものである。「ガラス接続」と明記されたものは、以下のようにしてレンズと支持部とを接続した。予めコパール製の支持部全表面に厚さ $3\mu\text{m}$ のニッケルメッキ層を形成した。その後既にメッキされた層とレンズとの間に酸化硼素-酸化鉛系の酸化物ガラスの水性ペーストを塗り、これを支持部の所定位置に載せて空气中、 500°C で加熱することによって接続固定した。また「半田付」と明記されたものは、支持部の全表面とレンズの支持部との接続部分に、厚さ $3\mu\text{m}$ のニッケルメッキ層を形成した。その後これらの間にSn-Pb系の半田箔を挟んで 200°C に加熱して両者を接続した。「接着」と明記されたものは、二液性のエポキシ系接着剤（住友スリーエム株式会社製、商品名AF-163-2K）によって、両者を直接接続した。また「銀ロウ」と明記された試料4と5のものは、JISに規定されたBAG1の銀ロウ材箔をニッケルメッキされた両面間に挟んで、 800°C で接続した。試料6は、メッキ層を形成すること無く直接両者を同じ銀ロウ材で接続した。なおガラス、エポキシ接着剤、半田および銀ロウ材の室温での熱膨張係数は、 $[\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位で、それぞれ6.5、100、24.7および19.6程度である。このようにしてそれぞれ50個ずつのアッセンブリーを調製した。

【0056】

作製された各アッセンブリー試料は、接続部の信頼性を見るため、既に述べた図2に示される手順によって、先ず接続部の密閉度を全数確認した。その結果を表6の「密閉度」欄に示す。なお同欄の数値は、ヘリウムガスのリーク速度Pであり、その単位 $[\times 10^{-4}\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{sec}]$ により50個の最大値で示す。

また各試料毎に10個ずつ抜き取り、これらに -40°C で30分間保持後 125°C で30分間保持する冷却と加熱のサイクルを、1000回繰り返し負荷する冷熱サイクル試験を行った。同試験の良否は、試験前後の密閉度のの変化量 ΔP を確認することによって判断した。その結果を表6の「冷熱サイクル」欄に示す。なお同欄の表示は、 $[\times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3 / \text{sec}]$ 単位で、それぞれ○印のものが ΔP が1未満、△印のものが ΔP が1から10、×印のものが ΔP が10を超えるものである。

【0057】

以上の結果から以下のことが分かる。(1) 金属の支持部では、接続界面双方にメッキを行い、低融点のガラスまたは半田でレンズを接続するのが最も望ましい。その際ろう材を用いると、ガラスや半田のものに比べ冷熱サイクルの信頼性が低下する。ただし熱膨張係数の差が大きい場合やメッキ無しで直接接続すると、冷熱サイクルでの信頼性が低くなる(試料3～6)。(2) 接続層無しで樹脂で一体化されたアッセンブリーは、密閉度は実用上問題は無いが、金属でメッキ層を介しガラスや半田で接続されたものに比べ、若干劣る。冷熱サイクルの信頼性は問題無い(例えば試料1と2)。この点は、接着剤によって金属の支持部とレンズとが直接接続される場合も同様である(例えば試料7)。

【0058】

【表6】

No.	レンズ 素材の 組合せ	支持部 の素材	接続区分	接続層の構成	接続部の信頼性	
					密閉度 P	冷熱サイクル
1	実施例1	HPE	一体化	接続層無し	2	○
の試料2						
2	"	"	一体化	接続層無し	2	○
円筒部付						
3	"	コパール	ガラス接続	メッキ／ガラス／メッキ	<1	○
4	"	"	銀ロウ接続	メッキ／銀ロウ／メッキ	<1	△
*5	"	SUS304	"	"	<1	×
*6	"	S45C	"	銀ロウ	<1	×
7	"	"	接着	エポキシ接着剤	2	○
8	"	"	半田付	メッキ／半田／メッキ	<1	○
9	実施例3	HPE	一体化	介在層無し	2	○
の試料8						
10	"	"	一体化	接続層無し	2	○
円筒部付						
11	"	コパール	ガラス接続	メッキ／ガラス／メッキ	<1	○
12	"	"	接着	エポキシ接着剤	2	○
13	"	"	半田付	メッキ／半田／メッキ	<1	○
14	実施例3	HPE	一体化	接続層無し	2	○
の試料10						
15	"	"	半田付	メッキ／半田／メッキ	<1	○
16	実施例3	HPE	一体化	接続層無し	2	○
の試料17						
17	"	"	一体化	接続層無し	2	○
円筒部付						
18	"	コパール	ガラス接続	メッキ／ガラス／メッキ	<1	○
19	"	"	接着	エポキシ接着剤	2	○
円筒部付						
20	"	"	半田付	メッキ／半田／メッキ	<1	○
21	実施例3	HPE	一体化	接続層無し	2	○
の試料19						
22	"	"	半田付	メッキ／半田／メッキ	<1	○

*印は比較例。密閉度の単位は、 $[\times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 / \text{sec}]$ である。

【0059】

【発明の効果】

本発明のレンズは、セラミックスまたはこの受光面に樹脂層を形成したレンズからなるが、その素材となるセラミックスおよび／または樹脂に可視光を遮蔽する顔料を、従来に無く均一かつ微細に分散させたため、特にセラミックスは、従来に無く赤外光の透過率 T_i が高く、可視光の透過率 T_v が小さい（すなわち可

視光の遮蔽性能が高い)。したがって本発明のレンズを用いることによって、特に従来に無い高感度の検知性能の赤外センサーが提供できる。またレンズのマトリックス素材種と顔料種との組み合わせならびにその量等を適正に選ぶことによって、赤外光の透過率と可視光の遮蔽性能の要求性能レベルに応じたバランスの取れた赤外線センサーも容易に提供できる。さらに本発明の支持部とレンズ間の接続構造を採ることによって、安価で従来に無く高い信頼性の赤外線センサーが提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

赤外線センサーの基本構造を模式的に示す図である。

【図 2】

本発明のセンサーのセラミックスレンズへの樹脂層の形成例を模式的に示す図である。

【図 3】

本発明のセンサーのレンズ本体を支持部にアッセンブリーした例を模式的に示す図である。

【図 4】

本発明のセンサーのレンズ本体を支持部に円筒状の部分を併設して、アッセンブリーした例を示す図である。

【図 5】

本発明のセンサーのセラミックスレンズに樹脂層を形成する状況例を模式的に示す図である。

【図 6】

本発明のセンサーの樹脂層と支持部が一体化された構造のものを形成する状況例を模式的に示す図である。

【図 7】

本発明のセンサーの樹脂層と支持部が一体化され、かつ円筒状の部分も併設された構造例を模式的に示す図である。

【図 8】

本発明のセンサーアッセンブリーの密閉度の軽量方法を模式的に示す図である。

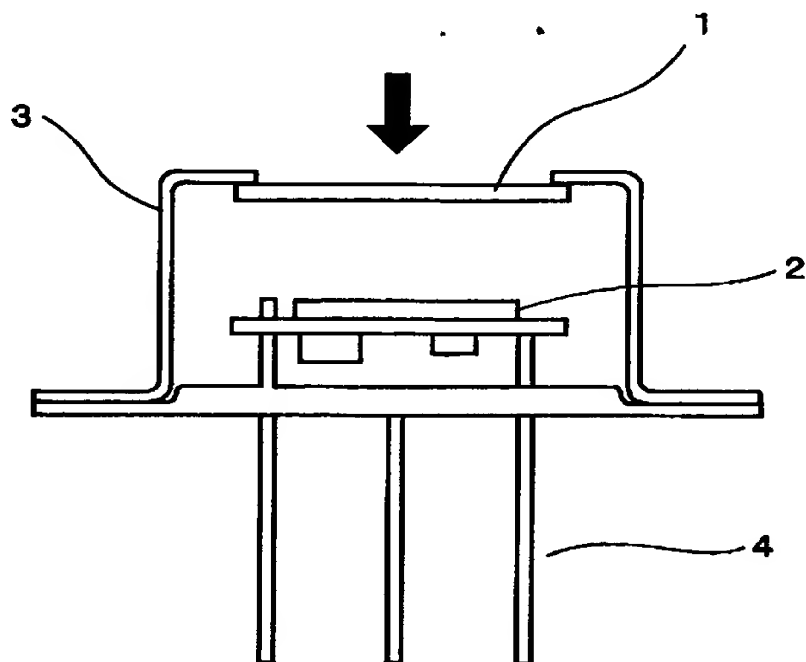
【符号の説明】

- 1 レンズ本体
- 2 検知部
- 3 支持部
- 4 出力端子
- 5 接続層
- 6 成形型
- 7 円筒部
- 8 台座
- 9 真空ポンプ
- 10 リークディテクター

【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

(1)

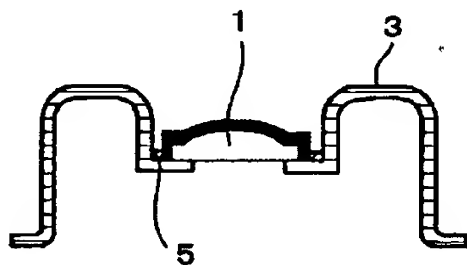
(2)

(3)

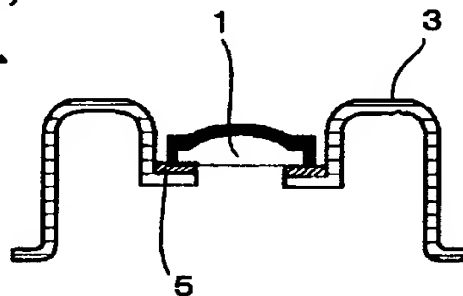


【図 3】

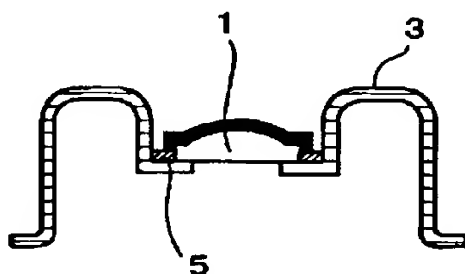
(1)



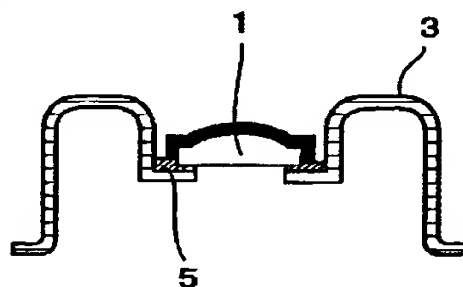
(2)



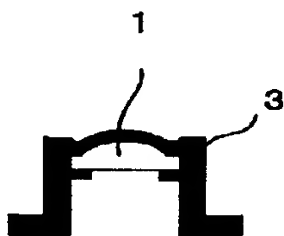
(3)



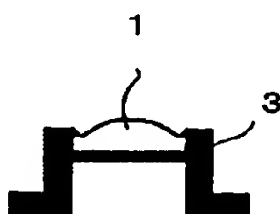
(4)



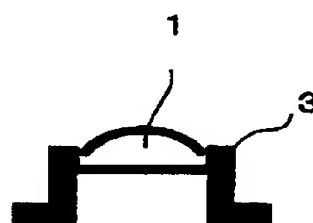
(5)



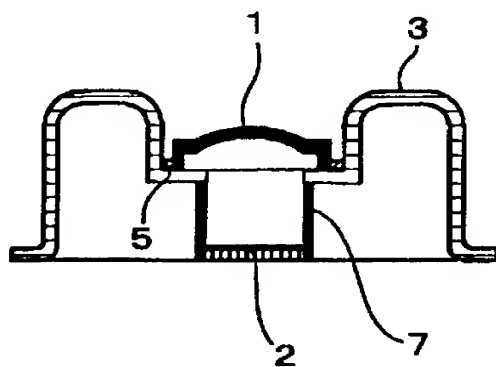
(6)



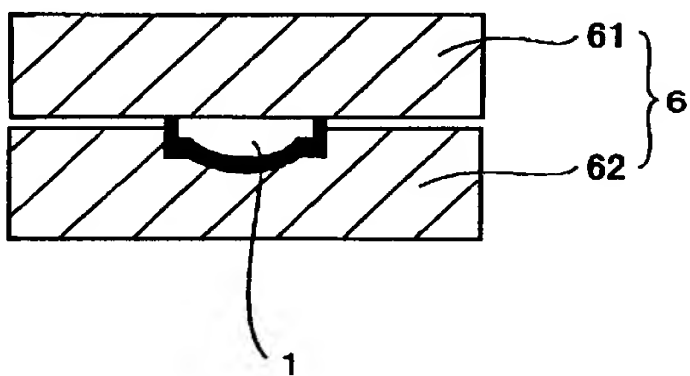
(7)



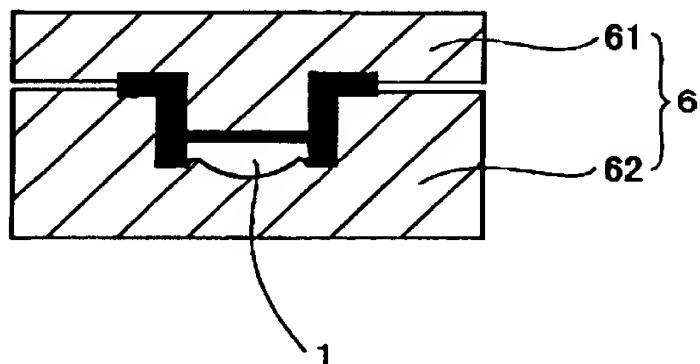
【図4】



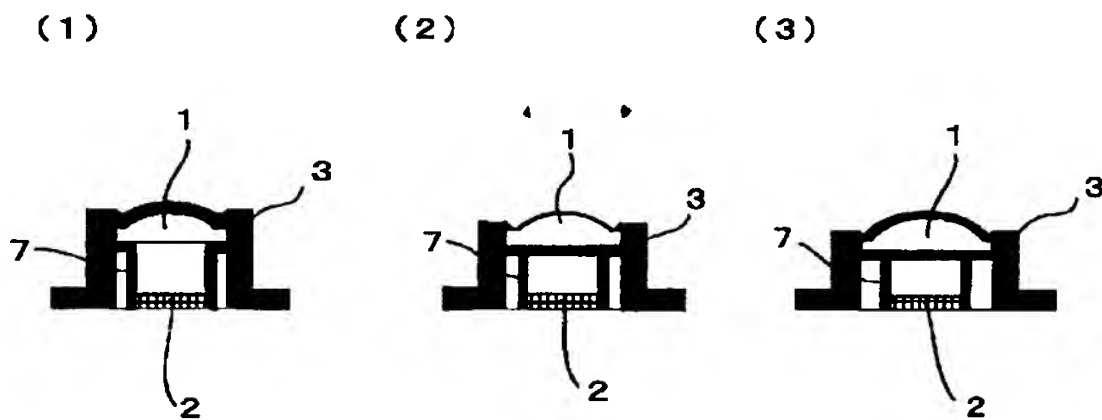
【図5】



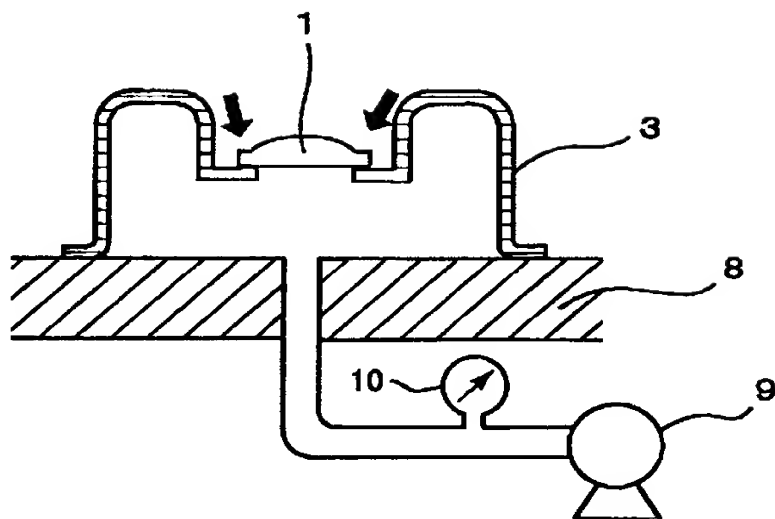
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミックスをレンズ本体に使った非冷却式赤外線センサーにおいて、受光部であるレンズ本体の赤外光の透過率を向上させるとともに、ノイズとなる可視光の遮光性能を向上させること、ならびにセンサー全体の性能の信頼性を改善するとともに、その製造コストの低減を図る。

【解決手段】 セラミックスからなるレンズ本体と、同レンズ本体を支持する支持部と、同レンズ本体を透過した光を検知する検知部とを有し、同レンズ本体が可視光を遮蔽する顔料を含むセラミックス赤外線センサーである。またセラミックス部と少なくともその受光面を被覆する樹脂層とからなるレンズ本体と、同レンズ本体を支持する支持部と、同レンズ本体を透過した光を検知する検知部とを有し、同レンズ本体のセラミックス部および／または樹脂層が可視光を遮蔽する顔料を含むセラミックス赤外線センサーである。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 0 9 7 6 6 7
受付番号	5 0 0 0 0 4 0 7 5 9 8
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 2 年 4 月 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 12 年 3 月 31 日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
氏 名 住友電気工業株式会社